2Р

УДК 658.3

В.А. Резников, А.М. Суворова
Государственный университет информатики и искусственного интеллекта,
г. Донецк, Украина

Качественные модели системы управления техническим состоянием оборудования

Рассматриваются качественные (структурные) модели службы технического обслуживания и ремонта как организационной системы управления техническим состоянием. Приведена базовая модель рассматриваемой системы и сформулированы задачи исследования организационной системы управления техническим состоянием оборудования.

Анализ задачи

Наиболее важным периодом в жизни любого технологического оборудования является период использования по назначению, поскольку именно здесь реализуется главная цель его создания – получение максимально возможного полезного эффекта при минимальных затратах всех видов труда и расходе всех видов ресурсов. Успешное достижение поставленной цели зависит от многих факторов, среди которых наиболее существенными являются:

– показатели назначения, предусмотренные при проектировании и обеспеченные при изготовлении оборудования;
– строгое выполнение технологического процесса;
– соблюдение условий эксплуатации;
– качество работы эксплуатационного и обслуживающего персонала;
– надежность оборудования.

При стабильных условиях реализации производственного процесса, известных технических характеристиках орудий труда и соответствующей профессиональной подготовке персонала основным фактором, безусловно, является эксплуатационная надежность машин и механизмов, так как отказы оборудования приводят к неплановым простоям, длительность которых может составлять существенную часть календарного периода эксплуатации. Существуют два взаимосвязанных способа повышения надежности сложных технических систем и комплексов при эксплуатации [1].

Первый способ – использование современных технологий, применение высококачественных и высоконадежных материалов и комплектующих, повышение культуры производства и эксплуатации и т.д. Все эти мероприятия связаны с весьма существенными материальными, финансовыми и временными затратами и потому в полной мере могут быть реализованы только при создании и эксплуатации нового оборудования.

Второй способ – совершенствование работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Согласно [2] система технического обслуживания и ремонта оборудования (система ТОР) представляет собой комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных в нормативной документации.

Данная система реализуется соответствующими службами (службы технического обслуживания и ремонта, службы ТОР), которые уже существуют практически на всех предприятиях. Поэтому этот способ не требует существенных затрат и актуален при эксплуатации как существующего, так и перспективного оборудования.

Вопросам повышения эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования посвящено значительное число теоретических исследований и практических разработок. В большинстве из них рассматриваются задачи разработки математических моделей эксплуатации, надежности и обслуживания оборудования, разработки теоретической и нормативной базы планово-предупредительных ремонтов (ППР), определения оптимальных запасов материалов и запасных частей и нормативов их расходования, выбора стратегий управления профилактиками и т.п.

Однако при этом системному анализу процессов технического обслуживания и ремонта и функционирования служб ТОР уделено недостаточно внимания. Так, например, практически нет работ, в которых рассматривались бы вопросы принятия управленческих решений по обслуживанию и ремонту, обоснованного формирования ремонтных бригад, информационного взаимодействия работников службы ТОР и т.п. То есть практически не рассматриваются вопросы исследования службы ТОР как организационной системы.

Цель работы. В данной работе основное внимание уделено качественному моделированию службы ТОР как организационной системы, под которым в данном случае понимается формирование структур (структурных схем), позволяющих установить состав системы и функциональные связи между ее отдельными подразделениями и сотрудниками.

Служба ТОР

Согласно [3] процесс технического обслуживания и ремонта относится к группе вспомогательных (обслуживающих) производственных процессов. Процесс ТОР реализуется обслуживающей системой [4], цель функционирования которой с позиций сокращения числа и длительности неплановых простоев, обусловленных отказами оборудования, формулируется так: минимизация темпа расходования работоспособности оборудования, а при утрате работоспособности – ее восстановление за минимальный (или заданный) промежуток времени.

Служба ТОР как самостоятельная система характеризуется организационной структурой, которая исторически сформировалась по функциональному признаку, то есть по соответствующим функциональным направлениям, которые определялись видами оборудования [5], [6]. На рис. 1 приведена обобщенная структурная схема системы ТОР. В рамках такой структуры реализуется смешанная организация работ по техническому обслуживанию и ремонту, то есть часть работ производится ремонтным персоналом производственных участков, а часть работ – силами специально организованных ремонтных бригад.

Следует отметить, что структура, приведенная на рис. 1, во многих работах подвергается серьезной критике, но при этом отмечается, что она обладает рядом достоинств, а именно:

– четкое и непротиворечивое распределение полномочий и ответственности за выполнение отдельных функций;
– оперативность принятия и реализации решений;
– размещение практически всех видов ресурсов на каждом иерархическом уровне;
– функциональная специализация ремонтных подразделений.

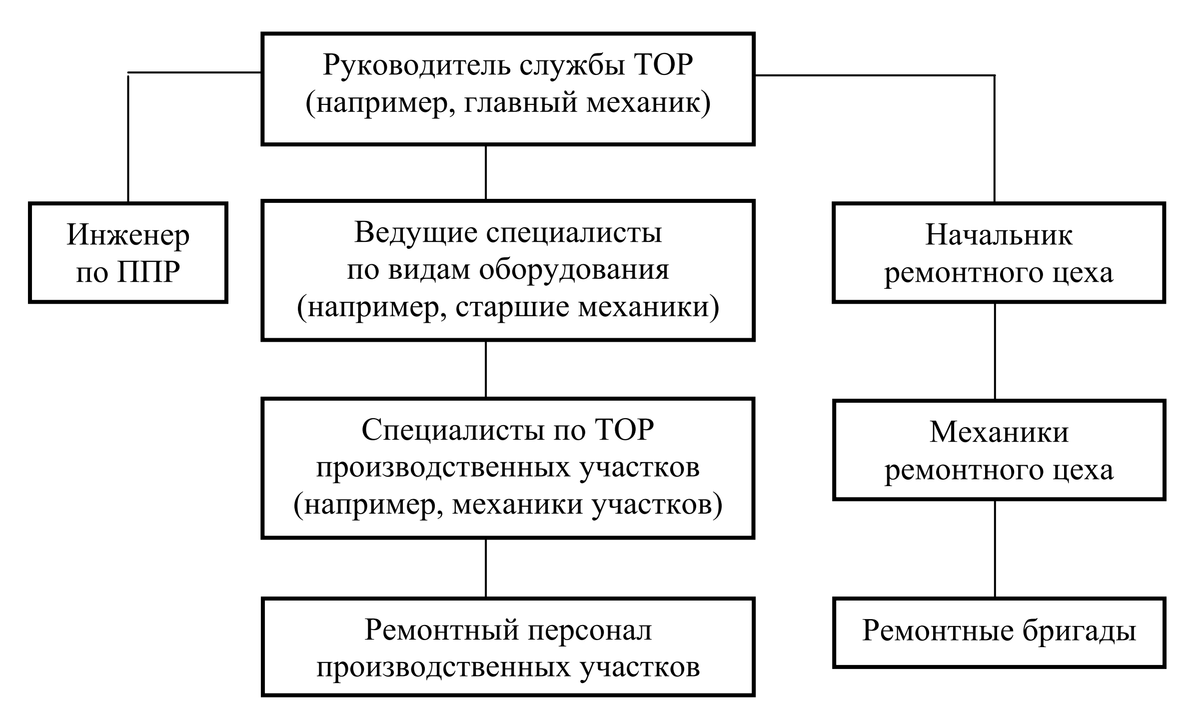


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема службы ТОР

Поэтому в силу вышесказанного данная структура имеет широкое практическое применение, что является объективным основанием для принятия ее в качестве рабочей для дальнейших исследований.

Уже указывалось, что служба ТОР является структурным подразделением предприятия с априори определенным статусом, устойчивыми внутренними и внешними связями, собственной структурой и распределением функций. При этом на каждом иерархическом уровне службы ТОР находятся люди (активные элементы), совместно реализующие некоторую программу или цель и действующие на основе определенных процедур и правил (механизма функционирования). Следовательно, в соответствии с определениями, приведенными в работах [7], [8], служба технического обслуживания и ремонта является организационной системой.

С другой стороны, служба ТОР может рассматриваться как система управления техническим состоянием оборудования (СУТС), задача которой, по определению, заключается в стабилизации множества параметров работоспособности на уровне, предусмотренном нормативно-технической документацией, в течение всего периода использования оборудования по назначению за счет целенаправленных действий человека (группы людей) и орудий труда, то есть путем управления. Причем, своеобразие этой системы управления заключается в том, что здесь управляемыми переменными являются внутрисистемные свойства машин и механизмов, поддержание которых на требуемом уровне обеспечивает эффективное использование оборудования по назначению.

Все это (в совокупности) позволяет рассматривать службу технического обслуживания и ремонта как *организационную систему управления техническим состоянием оборудования*, а задачу повышения эффективности функционирования службы ТОР подразделить на две подзадачи:

1) повышение показателей качества (показателей эффективности) процесса управления техническим состоянием оборудования;

2) рациональная организация процесса управления работами по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Управление техническим состоянием

Детальный анализ функций, выполняемых работниками службы ТОР, позволяет условно выделить в ней два иерархических уровня. На первом (нижнем) уровне непосредственно выполняются работы по всем видам обслуживания, а также работы по восстановлению работоспособности отказавшего объекта (объектов). Здесь находятся объект обслуживания, механики производственных участков и ремонтного цеха, ремонтный персонал и технические средства, необходимые для выполнения всех видов обслуживания. По аналогии с системами автоматического управления этот уровень структурно можно отобразить в виде совокупности локальных управляющих устройств УУ. Второй (верхний) уровень включает в себя главного механика (с инженером по ППР), старших механиков по видам оборудования и начальника ремонтного цеха, а также необходимые программно-технические средства (например, систему поддержки принятия решений). Основная задача данного уровня заключается в планировании всех видов технического обслуживания и контроле. Пользуясь уже указанной терминологией, назовем этот уровень командным блоком КБ.

С учетом сказанного структурную схему системы управления техническим состоянием можно представить в виде, показанном на рис. 2 [9]. Здесь обозначено: ОУ – объект управления (обслуживания); $\overset{\circ}{\Theta}$ – «предписанные» значения показателей надежности объекта; U_1 – множество управляющих воздействий, направленных на поддержание Θ на уровне $\overset{\circ}{\Theta}$; Y – множество контролируемых переменных, содержащих информацию об изменении технического состояния объекта и используемых ремонтным персоналом при проведении работ по ТОР; I – информация в виде отчета о проделанной ремонтным персоналом работе.

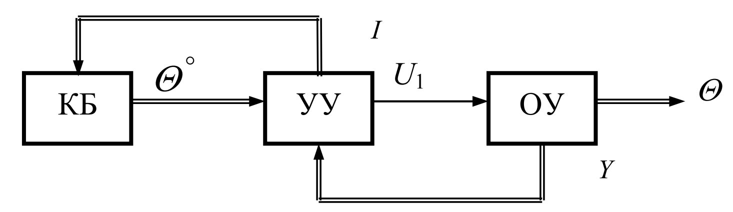


Рисунок 2 – Структурная схема СУТС

Все работы по техническому обслуживанию и ремонту можно условно разделить на две группы. Первую группу составляют работы, направленные на восстановление работоспособности отказавшего объекта, а вторую – работы по профилактическому обслуживанию. В соответствии с этим делением можно считать, что при выполнении работ первой группы СУТС работает в режиме «Устранение отказа», а при выполнении работ второй группы – в режиме «Профилактика».

Анализ показывает, что глобальная цель сокращения числа и длительности простоев оборудования, обусловленных его отказами, в результате квантификации сводится к решению следующих двух задач управления техническим состоянием:

– в режиме «Устранение отказа»: необходимо перевести объект из начального (на момент начала устранения отказа) технического состояния, характеризующегося показателем Θ, в техническое состояние, характеризующееся заданным (требуемым) показателем $\overset{\circ}{\Theta}$, с помощью такого управления $u_1 \in U_1$, при котором затраты времени на восстановление работоспособности минимальны;

– в режиме «Профилактика»: необходимо перевести объект C_0 из начального (на момент начала i-й профилактики) технического состояния, характеризующегося по-

казателем Θ, в заданное техническое состояние, характеризующееся показателем $\overset{\circ}{\Theta}$, с помощью такого управления $u_1 \in U_1$, при котором обеспечивается безотказная работа объекта в течение ближайшего межпрофилактического периода.

Обе эти задачи могут быть решены в том случае, когда служба ТОР применяет наиболее эффективную стратегию – стратегию «По параметру» [5]. В свою очередь, успешная реализация указанной стратегии возможна при оснащении службы ТОР соответствующими техническими средствами диагностирования (ТСД). В результате структура службы ТОР как системы управления техническим состоянием примет вид, показанный на рис. 3 [9], где U – множество «управляющих» воздействий, направленных на получение диагностической информации и выполнение работ по обслуживанию и ремонту; $Y_д$ – выходные переменные объекта, используемые при диагностировании; $I_д$ – диагностическая информация, «вырабатываемая» техническими средствами диагностирования.

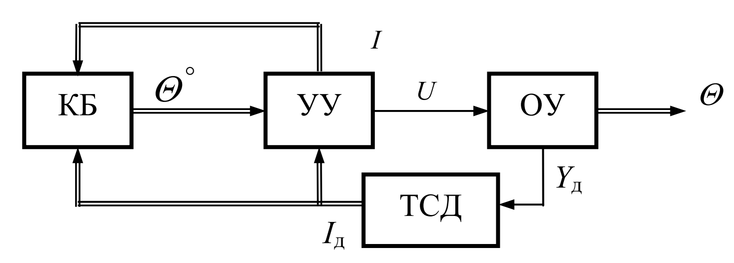


Рисунок 3 – Структурная схема СУТС

Понятно, что не всегда имеется возможность оснастить оборудование автоматическими ТСД. Особенные трудности возникают при оснащении уже эксплуатирующегося оборудования, учитывая его реальную контролепригодность. Поэтому в этих случаях наиболее распространенными являются автоматизированные ТСД, априори предполагающие участие человека в процессе диагностирования. Это, в свою очередь, предопределяет постановку еще одной задачи – задачи эффективной организации процесса диагностирования.

Управление процессом ТОР

Обратимся теперь ко второй подзадаче, постановка которой обусловлена следующим. Уже указывалось, что на всех иерархических уровнях службы ТОР находятся активные элементы (люди). Известно [8], что свойство активности как управляющих, так и управляемых субъектов проявляется в свободе выбора своего состояния, то есть активные элементы обладают собственными интересами и предпочтениями, что предопределяет выбор ими своего состояния целенаправленно. Следовательно, эффективная реализация производственного процесса технического обслуживания и ремонта при прочих равных условиях зависит от эффективности применяемого механизма функционирования службы ТОР как организационной системы, под которым понимают [7] набор процедур и правил, регламентирующих взаимодействие руководства (центра) и исполнителей (агентов) в процессе их совместного функционирования. Одной из наиболее важных составляющих механизма функционирования организационных систем является механизм управления, под которым, в свою очередь, понимают процедуры принятия управленческих решений [8].

На первом этапе формирования управленческих решений наиболее наглядной является базовая структура организационной системы [8] вида «центр – агент – объект

управления». Включение в эту структуру объекта управления (пассивного элемента) обосновано тем, что именно с помощью технологического оборудования реализуется основной производственный процесс и тем самым регламентируется строго определенная по составу, последовательности выполнения, показателям качества и трудоемкости совокупность операций, осуществляемых эксплуатационным персоналом.

Полагая, что служба ТОР оснащена ТСД, структура организационной системы управления техническим состоянием имеет вид, показанный на рис. 4.

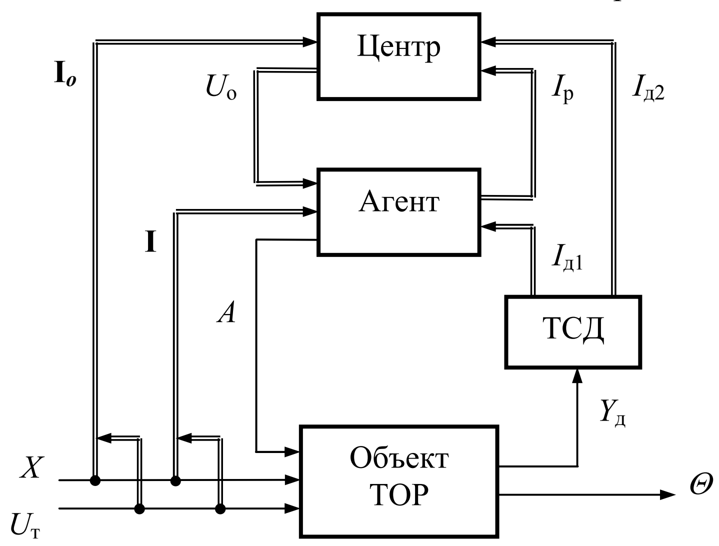


Рисунок 4 – Базовая структура организационной системы управления техническим состоянием

На рис. 4 обозначено: X – обстановка, под которой понимается состояние рабочей среды, стесненность рабочего пространства, внешние факторы, действия других систем (или агентов); $U_т$ – множество «технологических» управлений (режимов работы объекта); $U_о$ – управляющие воздействия со стороны центра; $I_о$ – информация об обстановке и режиме работы объекта, получаемая центром; I – информация об обстановке и режиме работы объекта, получаемая или воспринимаемая агентом; A – множество действий агента, направленные на выполнение заданий; $I_р$ – отчет агента о проделанной работе; $I_{д1}$ и $I_{д2}$ – результаты диагностирования, получаемые агентом и центром соответственно.

Данная структура соответствует наиболее простой ситуации, когда решается задача устранения одиночного отказа одним исполнителем, то есть когда агентом является слесарь производственного участка, а центром – механик производственного участка (рис. 1). Но при этом она действительно может рассматриваться как базовая, поскольку позволяет:

1. Путем наращивания структуры как по горизонтали, так и по вертикали строить модели взаимодействия элементов СУТС для всех практических случаев, возникающих при устранении отказов и проведении профилактических работ.

2. Формировать теоретико-игровые модели принятия решений центром и агентом (агентами) и с учетом особенностей объекта обслуживания определять управленческие решения, учитывающие реальные технологические ограничения, предпочтения центра и агентов, объем, достоверность и оперативность информации и т.д.

3. Осуществлять формирование ремонтных бригад с учетом не только желаемой эффективности выполнения работ, но и квалификации, предпочтений, репутации и т.д. исполнителей.

Заключение

Технический уровень современного технологического оборудования предопределяет важность и актуальность повышения эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту. Совершенствование нормативной базы и применение различных программно-технических средств способствуют повышению эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту и позволяют рассматривать службу ТОР как систему управления техническим состоянием оборудования.

Однако за рамками научных исследований по-прежнему остаются вопросы анализа службы ТОР как организационной системы управления техническим состоянием оборудования. В то же время наличие людей на всех иерархических уровнях системы и их способность и предрасположенность (в силу свойства активности) к целенаправленному выбору своих состояний и предпочтений даже в рамках должностных обязанностей является наиболее существенным фактором. Поэтому именно такой аспект исследования позволит, по нашему мнению, получить результаты, способствующие повышению эффективности функционирования современных служб технического обслуживания и ремонта и, как следствие, повышению эффективности использования оборудования по назначению.

Рассмотренные в данной работе качественные (структурные) модели позволяют уже на начальном этапе сформулировать ряд новых задач исследования в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

Литература

1. Надежность и эффективность в технике : [справочник в 10 кн.] / Кн. 8 : Эксплуатация и ремонт / [под ред. Кузнецова В.И., Барзиловича Е.Ю.]. – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
3. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения.
4. Николаев В.И. Системотехника: методы и приложения / В.И. Николаев, В.М. Брук. – Л. : Машиностроение, 1985. – 199 с.
5. Гимельшейн Л.Я. Техническое обслуживание и ремонт подземного оборудования / Гимельшейн Л.Я. – М. : Недра, 1984. – 221 с.
6. Ильенченко М.В. Организация ремонта машиностроительного оборудования / Ильенченко М.В. – К. : Техніка, 1979. – 159 с.
7. Бурков В.Н. Механизмы функционирования организационных систем / В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев. – М. : Наука, 1981. – 383 с.
8. Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А.; под ред. Д.А. Новикова. – М. : Либроком, 2009. – 264 с.
9. Резников В.А. Структура системы диагностирования горных машин / В.А. Резников // Уголь Украины. – 1995. – № 3. – С. 45-47.

В.О. Рєзніков, О.М. Суворова

Якісні моделі системи керування технічним станом обладнання

Розглядаються якісні (структурні) моделі служби технічного обслуговування і ремонту як організаційної системи керування технічним станом. Наведено базову модель розглянутої системи і сформульовані задачі дослідження організаційної системи керування технічним станом обладнання.

V.A. Reznikov, O.M. Suvorova

The Structural Models of a Control System of a Equipment Technical State

The qualitative (structural) models of service of technical service and repair are considered as organizational control system by the technical state. The base model of the considered system is shown and the tasks of research of organizational control system by the equipment technical state of are formulated.

Статья поступила в редакцию 12.10.2010.